

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-218651

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
H01L 31/0232

(21)Application number : 10-033989

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 30.01.1998

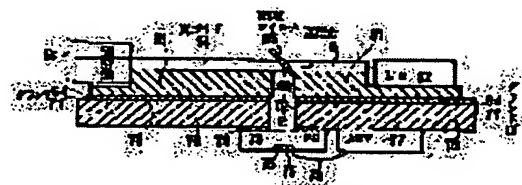
(72)Inventor : KUHARA MIKI  
NAKANISHI HIROMI

## (54) OPTICAL TRANSMISSION AND RECEPTION MODULE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an inexpensive optical transmission and reception module which consists of a small number of components and is easily manufactured in high yield.

**SOLUTION:** This optical transmission and reception module consists of a filter 66 which is provided obliquely halfway in a light guide part of a 1st substrate 7 and reflects part of light downward and reflects the other light, an LD 62 which is provided at a step part of the 1st substrate 70 opposite an end part of a light guide 54, a 2nd substrate 51 which has a metallized layer 64 on the top surface and a 2nd longitudinal hole 72 at a position corresponding to a 1st longitudinal hole 68 and has the top-surface metallized layer joined with a metallized layer 64 on the reverse surface of the 1st substrate 70, a PD which is fitted onto the bottom surface of the 2nd substrate right below the longitudinal hole of the 2nd substrate 51, and an amplifier which is fixed on the bottom surface of the 2nd substrate and amplifies the photocurrent of the PD. The metallized layer at the border between the 1st substrate 70 and 2nd substrate 51 is at the ground potential and the tip of an optical fiber is fixed in the front V groove of the 1st substrate 70; and part of the light exiting from the optical fiber is reflected downward and made incident on the PD and the part from the LD 62 is partially transmitted through the filter and enters the optical fiber.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3277876

[Date of registration] 15.02.2002

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

## [Claim(s)]

[Claim 1] A V groove which is prepared in the 1st dugout dug by some of lightguides to which light prepared in pars intermedia is led, and lightguides, and one edge, and fixes an optical fiber head, a step which attaches LD in an edge of an opposite hand, and the 1st substrate which has a metallized layer on a base, A filter which inclines in the middle of the lightguide section of the 1st substrate, is prepared, reflects a part of light caudad, and reflects a part of light, LD prepared in a step of the 1st substrate so that an edge of lightguide may be countered, The 2nd substrate with which it has the 2nd dugout which has a metallized layer on the upper surface and was established in a location corresponding to the 1st dugout, and an upper surface metallized layer was joined to a metallized layer of a rear face of said 1st substrate, It consists of PD attached in the 2nd substrate base in directly under [ of a dugout of the 2nd substrate ]. A metallized layer of a boundary line of the 1st substrate and the 2nd substrate serves as ground potential, and a head of an optical fiber is fixed to a V groove ahead of the 1st substrate. It is the optical transceiver module with which light from LD is characterized by a part penetrating a filter and making it go into an optical fiber by being caudad reflected by filter and the part carrying out incidence of the light which came out of an optical fiber to PD.

[Claim 2] It is the optical transceiver module according to claim 1 which lightguide is straight-line-like optical waveguide and is characterized by a filter aslant prepared in the mid-position being a filter which reflects and penetrates one wave of light to a predetermined ratio, and a part of light from an optical fiber being reflected by filter, light being received by PD, and a part of light of the same wavelength from LD penetrating a filter, and making it go into an optical fiber.

[Claim 3] A filter which lightguide is straight-line-like optical waveguide and is aslant prepared in the mid-position is a certain wavelength  $\lambda_1$ . Wavelength  $\lambda_2$  of another \*\* which reflected about 100% and was emitted from laser An optical transceiver module according to claim 1 characterized by being the wavelength selectivity \*\*\*\* filter penetrated 100% of abbreviation.

[Claim 4] An optical transceiver module according to claim 1 to 3 characterized by forming lightguide of optical waveguide of a quartz system.

[Claim 5] An optical transceiver module according to claim 1 to 4 characterized by a filter coming to form an optical multilayer on a macromolecule thin film of translucency.

[Claim 6] An optical transceiver module according to claim 1 to 4 characterized by a filter coming to form an optical multilayer on a glass substrate of translucency.

[Claim 7] An optical transceiver module according to claim 1 to 6 characterized by for a photodiode consisting of Si and semiconductor laser consisting of a GaAlAs system as a light emitting device.

[Claim 8] An optical transceiver module according to claim 1 to 6 characterized by for a photodiode having the euhphotoc zone of InGaAs or InGaAsP, and semiconductor laser consisting of an InGaAsP system.

[Claim 9] An optical transceiver module according to claim 1 to 8 characterized by a photodiode being a photodiode of a rear-face incoming radiational type.

[Claim 10] An optical transceiver module according to claim 1 to 9 characterized by having arranged amplifier near the photodiode.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the optical transceiver module which united the photo detector and the light emitting device with the optical fiber in the optical two-way communication which transmits information for the lightwave signal of two or more different wavelength between through, a base station, and a subscriber at an one direction or both directions.

[0002] [Explanation of optical two-way communication] The transmission loss of an optical fiber falls in recent years, and the property of semiconductor laser (it omits Following LD) or a semiconductor photo detector (it omits Following PD) has improved. For this reason, transmission of various information using light is attained. Since it is the communication link using light, these technology is called optical communication. There are a telephone, facsimile, a television picture signal, etc. as a gestalt of the information which should be transmitted. Especially, the attempt of the communication link of wavelength using the light of long wavelength, such as light of 1.3-micrometer band and light of 1.55-micrometer band, is performed briskly.

[0003] Recently, delivery and the system which can transmit and receive a signal simultaneously are bidirectionally examined in the signal using one optical fiber. Since a signal is sent bidirectionally, it is called two-way communication. I hear that a fiber can be managed with one and it has the advantage of this method. Drawing 1 is principle drawing of wavelength multiplexing two-way communication using the light of different wavelength among such two-way communication. Two or more subscribers are combined with one station with the optical fiber. Here, the subscriber is illustrating only one. There are many turning points actually, and the optical fiber from a station branched to many optical fibers on the way, and has resulted in a subscriber's equipment.

[0004] A station side amplifies the signal of a telephone or TV as digital one or an analog signal, and drives semiconductor laser LD1 with this signal. This signal is wavelength  $\lambda_1$ . It becomes a signal and goes into an optical fiber 1. This is led to the middle optical fiber 3 with a splitter 2. Furthermore, it goes into an optical fiber 5 with the splitter 4 by the side of a subscriber, and is received by the photo detector PD 2. Photoelectric translation is carried out by the photo detector, and it becomes an electrical signal P3 by it. Signal processing of the electrical signal P3 is amplified and carried out by the equipment by the side of a subscriber, and it is reproduced as the voice or the television picture of a telephone. Thus, it gets down from the signal which goes to a subscriber side from a base station, and it is called a signal, gets down from the information flow of this direction, and is called a system.

[0005] On the other hand, a subscriber side is wavelength  $\lambda_2$  by semiconductor laser LD2 about the signal of a telephone or facsimile. It changes into a lightwave signal.  $\lambda_2$  Incidence of the light is carried out to an optical fiber 6, it is led to the middle optical fiber 3 with a splitter 4, passes along the splitter 2 by the side of a station, and is in a photo detector PD 1. The equipment by the side of a station is  $\lambda_2$ . By PD1, photoelectric translation of the lightwave signal is carried out, and it is made into an electrical signal. This electrical signal is sent into the exchange or a digital disposal circuit, and receives suitable processing. Thus, the direction which sends a signal to a station side is gone up, and it is called a system. The signal is gone up and it is called a signal.

[0006] By the above explanation, it is  $\lambda_1$ . It gets down and is a system and  $\lambda_2$ . It is used only for the uphill system. However, the light of the same wavelength may be actually used for going down and going up. Occasionally, going up and both from which it gets down may be made to spread all of the light of two kinds of wavelength. In such a case, separation of two light from which wavelength is different becomes a very

important problem.

[0007] In order for an optical fiber to perform two-way communication using [explanation of the splitter of light], thus the light of two wavelengths, the function by the side of a station and a subscriber for both to identify the wavelength of \*\*\*\* and to separate an optical path is needed. The splitters 2 and 4 in drawing 1 achieve the function. A splitter is wavelength  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$ . There is an operation which introduces into an optical fiber, or chooses only one light and is taken out from the light of two wavelengths to one optical fiber light unitedly. A role with a very important splitter is played in performing wavelength multiplexing two-way communication.

[0008] There are some classes of the splitters by which the current proposal is made. Drawing 2 - drawing 3 explain. A splitter is made from the example of drawing 2 by an optical fiber or optical waveguide. Two optical paths 8 and 9 are close by 10 in part, and exchange of light energy is made here. Association of various modes is realizable with the gap D and distance L of the contiguity section 10. Here, it is  $\lambda_1$  to an optical path 8. When incidence of the light is carried out, it is  $\lambda_1$  to an optical path 11. Light comes out. Optical path  $12\lambda_2$  When light is put in, it is  $\lambda_2$  to an optical path 9. Light comes out. This is the splitter of a waveguide mold.

[0009] Being shown in drawing 3 uses a multilayer mirror. The dielectric multilayer is formed in the hypotenuse side of the isosceles triangle pillar-like glass blocks 13 and 14. The refractive index and thickness of a dielectric are combined suitably and it is  $\lambda_1$ . All light penetrates and is  $\lambda_2$ . He is trying to reflect all light. This has the function which is made to reflect the light which carried out incidence at the angle of 45 degrees, or is made to penetrate. This splitter can also be used as splitters 2 and 4 of drawing 1. Such a splitter is also called spectral separation / multiplexing machine. It may be called WDM. What is depended on an optical fiber or a glass block is already marketed.

[0010]

[Description of the Prior Art] Drawing 16 explains the optical transceiver module by the side of a subscriber. In drawing 16, the termination of the optical fiber 16 laid towards the subscriber from the office is connected to the indoor optical fiber 18 by the optical connector 17. Optical fiber WDM21 (splitter) is formed in the ONU module in indoor [of a subscriber]. The optical fiber 18 and the optical fiber 19 are combined in wavelength selection inside WDM21. An optical connector 22 ties the LD module 25 to an optical fiber 18. The PD module 27 is connected to an optical fiber 19 through an optical connector 23.

[0011] LD25 and an optical fiber 24 make an uphill system. 1.3-micrometer \*\*\*\* transmits the signal by the side of a subscriber to a station. An optical fiber 26 and the PD module 27 get down, and are a system. In response to 1.5-micrometer band signal from a station, photo electric translation is carried out with PD module LD25 which is a sending set amplifies the signal of a telephone or facsimile, and contains the circuit to modulate, the semiconductor laser which changes an electrical signal into a lightwave signal. The PD module 27 which is a receiving set includes the photodiode which carries out photo electric translation of the lightwave signals sent from the station, such as TV signal and a telephone, an amplifying circuit, a demodulator circuit, etc.

[0012] The wavelength splitter (WDM module) 21 has the operation which separates 1.5-micrometer \*\*\*\* and 1.3-micrometer \*\*\*\*. In this example, 1.3-micrometer \*\*\*\* is gone up, and it considers as the signal of a system, gets down from 1.5-micrometer \*\*\*\*, and uses as a signal of a system. This invention relates to amelioration of the optical transceiver module in the case of carrying out two-way communication using the lightwave signal of two different wavelengths. An optical transceiver module includes a light emitting device, photo detectors, these circumference electrical circuits, etc. The conventional technology about these elements is explained.

[0013] The semiconductor light emitting device (LD module) 28 which starts the conventional example by [explanation of semiconductor light emitting device (LD module) concerning conventional example] drawing 4 is explained. It is a module including the semiconductor laser chip (LD) 29 and the photodiode chip 30 for monitors. The LD chip 29 is fixed to the side before the ridge (pole) 31 of a header 32. It is because the light of parallel on the front face of LD chip is generated. The PD chip 30 is fixed to the location as for which back luminous of LD carries out incidence to the base of a header 32. There is an adequate several lead pin 33 in the underside of a header 32. The element clamp face of a header 32 is covered with cap 34.

[0014] It comes out of the light of the semiconductor laser (LD) in which the aperture 35 is carrying out the opening to the center section of the cap 34 in the vertical direction from a chip. There is a lens 37 in right above [of an aperture 35]. This is supported by the lens holder 36. Upwards housing 38 is and a ferrule 39 is

fixed to the pan of a lens holder 36 by the this top crowning. A ferrule 39 holds the head of an optical fiber 40. The ferrule and the edge of an optical fiber are ground aslant. It is for preventing reflective return light going into LD29.

[0015] Supervising the light of semiconductor laser (LD) 29 in the other end of an optical fiber 40, an electrode holder 36 is positioned to a header 32, and housing 38 is further positioned to a lens holder 36. Each electrode of semiconductor laser 29 and a photodiode 30 is connected to either of the lead pins 33 by the wire.

[0016] Incidence of the light which came out of semiconductor laser is carried out to the edge of a rat tail and an optical fiber with a lens. Since semiconductor laser is modulated by the signal, this light will transmit a signal. The monitor of the output of semiconductor laser is carried out by the photodiode 30 for monitors in an opposite hand. The oscillation wavelength of 1.3 micrometers - 1.5 micrometer band is decided with the material of a semiconductor layer.

[0017] PD module concerning the conventional example is explained to [explanation of semiconductor photo detector module concerning conventional example] drawing 5. Die bond of the photo detector chip 41 is carried out to the upper surface of a header 42. The lead pin 43 is formed in the underside of a header 42. The upper surface of a header 42 is covered with cap 44. There is opening 45 for letting light pass in the center of cap 44. The electrode holder 46 of a cylindrical shape is further fixed to the outside of a cap. This is for holding a lens 47.

[0018] Upwards, the housing 48 of a cone form is fixed to the pan of a lens holder 46. The head of an optical fiber 50 is fixed by the ferrule 49. A ferrule 49 is held with housing. Slanting polishing of a ferrule and the head of an optical fiber has been carried out.

[0019] The location of an electrode holder 46, the location of housing 48, and the location of a ferrule are decided supervising the output of through and the PD chip 41 for light to an optical fiber also in a photo detector. The wavelength range which can receive light is decided by the semiconductor layer of a photo detector. In the case of the light, PD of Si can be used. PD of Si is unsuitable when aimed at the transceiver module using near-infrared light. In order to pick up near-infrared light, it is necessary to use the photo detector of the compound semiconductor which uses InP as a substrate (a euhptic zone is InGaAs or InGaAsP).

[0020]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Many are the general homes of the subscriber of optical two-way communication most. Therefore, only the number of a certain telephones should have a commercial scene now. However, if it is not made cheap like the telephone by the ordinary metal line, it will be hard to purchase ordinary homes. It is necessary to make a module into a low price. However, in the combination of the module according to individual of the former of drawing 3 (LD module, PD module, WDM module), it will grow into the total price of an individual module price, and will become expensive. That such a module is expensive has barred progress of an optical subscriber system. A cheap device which feels inclined for a consuming public to purchase must be prepared.

[0021] Then, some attempts which reduce components mark and which are used more as a compact in which it is made low cost more are proposed and released. Some of modules newly proposed by drawing 6, drawing 7, and drawing 8 are shown. All have a new advantage. If it sees from a \*\*\*\*\* person, in addition, it is inadequate and each has a defect.

[0022] [A. The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers ERETORONIKUSU society convention, C-208, and p208 (1996) have proposed the mirror form WDM element in horizontal reflective WDM mold ( drawing 6 )] Ogusu [ Masahiro ], Tazuko Tomioka, and Oshima \*\*\*\* "receptacle form bidirectional wavelength multiplexing light module" 1996. The module using WDM of a mirror mold is shown in drawing 6. The WDM filter 81 was leaned in the direction of the diagonal line 45 degrees, and is set in the center of the rectangular housing 80. LD83 and PD85 are installed in the 2 sides of housing 80. The lens 82 is installed between WDM81 and LD83. The lens 84 is formed between WDM81 and PD85. The optical fiber 86 and the lens 87 are formed on the straight line which connects the center of LD83 and WDM81. Transmitting light lambda 1 from LD WDM is penetrated and incidence is carried out to an optical fiber. Signal light lambda 2 from the others from an optical fiber It is reflected in a longitudinal direction by WDM, and goes into PD85. Since the engine performance of transparency and an cho changes with wavelength, two different wavelength is separated. However, this is as practically equal as the thing of drawing 3. It is on extension of the conventional thing to use arrangement of the gestalt of LD and PD, a condenser lens, etc. and WDM etc. Cost reduction is also inadequate. It is not great amelioration. It is necessary to decrease components mark more.

[0023] [B. Y branch waveguide mold] N. Uchida, H. Yamada and Y. Hibino, Y. Suzuki and T. Kurosaki, N. Ishihara and M. Nakamura, T. Hashimoto and Y. Akahori, Y. Inoue and K. Moriwaki, K. Kato, Y. Tohmori, and M. Wada, and T. Sugie and "LOW-COST AND HIGH-PERFORMANCE HYBRID WDM MODULE INTEGRATED ON A PLC PLATFORM FOR FIBER-TO-THE-HOME", 22nd European Conference on Optical Communication-ECOC'96, OSLO, TuC.3.1, and P2.107 (1996) The WDM element of a branching waveguide mold It has proposed. Drawing 7 is a transceiver module using the optical waveguide of the quartz system which embedded WDM. The quartz waveguides 89, 90, 91, 92, and 93 which branch on a substrate 88 are formed. The waveguides 90 and 91 which carry out Y mold branching turned into the unified waveguide 89, and are connected with another Y branch waveguides 92 and 93. The WDM filter 102 is installed in the branch point of Y branch. PD99 is formed in the point of the branching waveguide 90 at the head of Y branch 89. LD98 is formed at the head of the branching waveguide 91. The electrode patterns 96 and 97 are formed in a substrate side. PD99 and LD98 are soldered on it. 1.3 micrometers goes away from the end face 100 of LD98, the WDM filter 102 is penetrated, and outgoing radiation is carried out as a free-space light 95 from waveguide 93. 1.3-micrometer signal from a base station passes WDM102 from waveguide 93, goes to waveguide 90, and goes into the end face 101 of PD99. This is PD of an end-face incoming radiational type. A WDM filter reflects 1.55 micrometers and penetrates 1.3 micrometers.

[0024] This does not have a lens and structure is simplified for a while. Going and returning are also 1.3 micrometers, and signal light is used in order that a WDM filter may only return light (1.55 micrometers) outside. Therefore, it cannot be used for the use (2 wave lambda1 and lambda2 utilization) now considered by this invention. This method changes the travelling direction of light in an optical waveguide side. Naturally there is loss by waveguide in addition to loss of 1/2 by branching. Moreover, detailed optical waveguide must be formed on a substrate and a fabrication is very difficult.

[0025] [C. Upper part reflective mold ( drawing 8 )] Tomoaki Uno, Nishikawa \*\*\*\* Masahiro Mitsuda, Motoji Tomon, A. Matsui \*\* "LD/PD integration module of surface mount mold" 1997 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers electronics society convention, C-3-89, p198 (1997), And Motoji Tomon, Tomoaki Uno, Naoki Takenaka, Nishikawa \*\*\*\* Hiroaki Asano, a Matsui \*\* "light-receiving property of PD module using fiber embedded optical circuit" 1997 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers synthesis convention, C-3-59, and p244 have proposed the WDM element which reflects light up. Drawing 8 is the optical transceiver module it was made to reflect receiving light up. On the Si substrate 105, longwise V groove 108 is dug and an optical fiber 104 is fixed on this. A level difference 106 is in the trailer of a substrate 105, and LD107 is fixed. 1.3-micrometer light of LD107 is entered and transmitted to an optical fiber. There is slitting 110 which cut the substrate 105 and the optical fiber at the angle of 45 degrees in common, and insertion immobilization of the WDM filter 111 is carried out here. PD109 is attached so that a light-receiving side may become downward in the slanting upper part.

[0026] 1.55-micrometer light which has spread the optical fiber 104 is reflected in the slanting upper part by the WDM filter 111. This is received by PD109. WDM reflects 1.55 micrometers of through for 1.3 micrometers like the thing of drawing 6 or drawing 7. Since 1.55 micrometers is reflected in PD on slant, WDM is inclined and attached in slanting facing up. There is no lens, there is also no optical waveguide, and structure is simple. However, this serves as a pig taele type with which LD adhered behind the fiber. It seldom changes to the thing of drawing 3 after all.

[0027] Anyway, a material cost, assembly expense, etc. increase, the optical transceiver module proposed in recent years is large-sized, and its structure is not in addition simple. All are only mere extension of the present technology. yet — a defect — it does not come to present practical use mostly. It gathers up, and is not mere association but smaller components mark, and the mere thing [ offering a smaller optical transceiver module ] of an actual condition module is the 1st object of this invention. It is the 2nd object of this invention to offer the optical transceiver module which can also make material cost and assembly expense cheap. Speaking more concretely, are compacter than the thing of drawing 6, being easy to make rather than the thing of drawing 7, and offering the good optical transceiver module of the yield by the low price rather than drawing 8.

[0028] [Means for Solving the Problem] Optical transceiver module of this invention A V groove which is prepared in the 1st dugout dug by some of lightguides to which light prepared in pars intermedia is led, and lightguides, and one edge, and fix s an optical fiber head, a step which attaches LD in an edge of an opposite hand, and the 1st substrate which has a metallized layer on a base, A filter which inclines in the middle of the lightguide section



of the 1st substrate, is prepared, reflects a part of light caudad, and reflects a part of light, LD prepared in a step of the 1st substrate so that an edge of lightguide may be countered. The 2nd substrate with which it has the 2nd dugout which has a metallized layer on the upper surface and was established in a location corresponding to the 1st dugout, and an upper surface metallized layer was joined to a metallized layer of a rear face of said 1st substrate, PD attached in the 2nd substrate base in directly under [of a dugout of the 2nd substrate], It consists of amplifier which is fixed to the 2nd substrate base and amplifies a photocurrent of PD. A metallized layer of a boundary line of the 1st substrate and the 2nd substrate serves as ground potential, and a head of an optical fiber is fixed to a V groove ahead of the 1st substrate. It is caudad reflected by filter and the part carries out incidence of the light which came out of an optical fiber to PD, and a part penetrates a filter and he is trying for light from LD to go into an optical fiber.

[0029]

[Embodiment of the Invention] Each object introduced as a conventional example bends a part of light to the side, or is bending it up. As compared with these conventional example, this invention completely differs in the way of thinking. Light is not reflected in the side or the upper part and this invention reflects light below. This is one feature. This invention separates the transmitting section and a receive section for an optical transceiver module up and down, makes the separate module, inspects it, chooses an excellent article, joins together, and let it be a transceiver module. Since it can manufacture independently, the yield goes up. Since the transmitting section and a receive section are separated up and down, it is necessary to reflect light caudad. Therefore, a filter is leaned and attached downward.

[0030] Even if it calls it a filter, there are two kinds of cases. One is the light  $\lambda_1$  of single wavelength. It is the case where it uses. in that case, transmitting light —  $\lambda_1$  and receiving light —  $\lambda_1$  it is. It is made for the timing of transmission to differ from the timing of reception. This is called ping-pong transmission. In this case, it reflects a part and a filter penetrates transmitting light and receiving light in part.

[0031] Another filter is a filter with wavelength selectivity.  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$  Two kinds of light is used and it is  $\lambda_1$ .  $\lambda_2$  When distributing and using for transmission and reception, it is necessary to separate these thoroughly. A filter for that is called WDM filter. In this invention, receiving light is caudad reflected with a WDM filter, and transmitting light penetrates a WDM filter.

[0032] Furthermore, another feature of this invention is that prepared lightguide on the substrate and it inserted the WDM filter in the midpoint. It is simple straight-line-like lightguide. Moreover, the light from which wavelength differs by WDM is separated. A certain wavelength  $\lambda_1$  It goes straight on and they are other wavelength  $\lambda_2$ . It is reflected caudad. PD is prepared in the reflected lower part and this is received.

[0033] although this invention makes lightguide — this — the shape of a straight line — a fabrication — it is easy. Although lightguide is made, neither the WDM coupler by surface waveguide (PLC) like drawing 7 nor formation of a filter is performed. The so-called PLC means the optical circuit (Planar Lightwave Circuit) by flat-surface waveguide. The waveguide type body of drawing 7 is made of this PLC. The difficulty of the fabrication is as point \*\*. This invention does not use optical waveguide. This invention uses the lightguide of a simple straight line. Although it is the lightguide of a single mode, of course, it is a straight line and there is neither the curvilinear section nor branching. Therefore, the lightguide of the module of this invention can be cheaply manufactured by the high yield.

[0034] The cross section of the lightguide used for drawing 10 by this invention is shown. When the extended direction of a guide is taken to a x axis, this is yz cross section. It is SiO<sub>2</sub> on the Si substrate (Si bench) 51. There is a buffer layer 52 and it is SiO<sub>2</sub> on it. There is a layer. SiO<sub>2</sub> It is germanium addition high refractive index SiO<sub>2</sub> to the center section of the layer 51. There is a layer 54. SiO<sub>2</sub> of the portion surrounding this It is the cladding layer 53 of a low refractive index. The portion 54 of a core has the operation which a refractive index is slightly high and draws light for germanium. This lightguide is a straight line and neither deflection nor branching exists.

[0035] The fabrication method of lightguide is explained. On the Si substrate 51 (for example, 15mmx20mmx1mm), it is SiO<sub>2</sub> of a low refractive index. A buffer layer 52 is formed by the flame depositing method or the sputtering method. Furthermore, it is SiO<sub>2</sub> of thickness, for example, the high refractive index of 50-micrometer germanium content, on it. A layer is formed in the whole surface. Subsequently, a mask with a stripe pattern is used and it is the germanium content SiO<sub>2</sub> by the photolithography. It leaves a part of center section for a layer, and both sides are removed. The high refractive-index section 54 remains on a buffer layer 52 by this. The cross section of this is 8micrometerx8micrometer. Subsequently, the cladding layer 53 of a low refractive index is formed by the flame depositing method or the sputtering method. The high refractive-index



section 54 is surrounded by the cladding layer. The high refractive-index section 54 has a refractive index higher than a cladding layer 53 about 0.3%. It becomes the lightguide 54 to which this leads light in a core. The high refractive-index section 54 of the shape of this straight line is henceforth called lightguide 54.

[0036] The module of this invention consists of a superstructure and a substructure object, and makes both rival. A superstructure is shown in drawing 9 and a substructure object is shown in drawing 11. The lightguide of drawing 10 is prepared in a superstructure.

[0037] Drawing 9 explains a superstructure. Drawing 9 (a) is the plan of a superstructure and (b) is central drawing of longitudinal section. On the front face of the 1st substrate 51 of flat Si, when the above-mentioned straight-line-like lightguide 54 dopes germanium to a longitudinal direction (the direction of a x axis), it is formed. There is a stage 55 in one end face of x directions, and V groove 67 is cut in the x directions in this center. The base of a V groove is formed so that it may agree in lightguide 54. The point of a single mode fiber 56 is put into V groove 67, and is positioned. An optical fiber end face is pasted up on the end face of a stage in the location. A single mode fiber 56 consists of a main core 57 and a clad 58 which surrounds this. A core diameter is about 10 micrometers. V groove 67 and a level difference 55 are made into a suitable geometry, and it is made for lightguide 54 and a core 57 to have agreed in the x directions. The metallizing side 64 is formed in the whole rear face of the 1st substrate 51. This is a gold layer. This is a layer which also becomes a grand side.

[0038] There is a level difference 59 in the side and opposite hand in which the optical fiber of the 1st substrate 51 is attached. The electrode patterns 60 and 61 are formed in the upper surface of a level difference 59. Bond of the LD chip 62 is carried out on one electrode pattern 60. LD can be attached in an electrode pattern using solder like AuGe. The electrode of the upper surface of the LD chip 62 is connected to the electrode pattern 61 of another side by the wire 63. Let the LD chip 62 be 1.3-micrometer luminescence laser of for example, an InGaAsP system. The size of a chip is 300micrometerx300micrometerx100micrometer.

[0039] The slanting slot 65 of the slanting lower part sense is dug by the midpoint of lightguide 54. The slanting slot 65 is dug in the direction which inclined 45 degrees in the -x direction to yz side. Insertion immobilization of the WDM filter 66 is carried out aslant in the slanting slot 65. The 1st dugout 68 is dug by the lower part independently [ the slanting slot 65 ]. WDM is a dielectric multilayer, and has the thickness of about 30 micrometers, and 1.3 micrometers (through and 1.55 micrometers) are reflected.

[0040] The transmitting light S (for example, 1.3 micrometers) which came out of back LD62 enters at the head of lightguide 54, passes along the WDM filter 66, passes through lightguide 54 in the -x direction, and it carries out incidence to the core 57 of an optical fiber 56. The receiving light R (for example, 1.55 micrometers) which has spread the optical fiber goes into lightguide 54, progresses in the +x direction, and it is reflected by the WDM filter 66 and it progresses below through a dugout 68. A photo detector is prepared here and light is received by this so that it may state later. That is, receiving light is not the side, either, is not the upper part, either, and is caudad bent by WDM.

[0041] Drawing 11 explains a substructure object. On the 2nd substrate 70 of a flat rectangle-like insulating material, a metallized layer 71 is formed uniformly. This also serves as a plane of composition and also serves as a grand side. It is metallizing by gold etc. Let the 2nd substrate 70 be a ceramic. The 2nd dugout 72 is dug in the center section by the location corresponding to the dugout 68 of point \*\*. The metallizing electrode patterns 74 and 79 are formed in the underside of the 2nd substrate 70. The electrode pattern 74 is in the surroundings of the 2nd dugout 72. PD73 of a rear-face incoming radiational type turns a rear face up, and is soldered here. This PD73 has the size of for example, 550-micrometer angle x100-micrometer thickness. The rear-face incoming radiational type PD is the photo detector light carries out incidence from n mold substrate side, and it was made to result in the euphotic zone which it is near the p field through a buffer layer.

[0042] As for a photo detector, a light-receiving wavelength range is decided with the material of a euphotic zone and a window layer. For example, PD which makes InGaAs a euphotic zone for receiving 1.55 micrometers and 1.3-micrometer band is used. When saying that only 1.3 micrometers is received, PD which makes InGaAsP a euphotic zone can be used. All of a substrate are InP crystals. Drawing 12 describes an example of the rear-face incidence PD. On the n-InP substrate 141, the epitaxial wafer to which epitaxial growth of the n-InP buffer layer 142, the n-InGaAs euphotic zone 143, and the n-InP window layer 144 was carried out is used. A mask is used for this, Zn is diffused on the upper surface, and p mold fields 145, 146, and 147 are made. Central p mold field 145 serves as a light sensing portion. Even if p mold fields 146 and 147 of the side are made by light into this portion and an electron-hole pair can make close, it is for abolishing signal delay, as it does not flow into an electrode and does not become a photocurrent.

[0043] Pn junction 150, 151, and 152 arises for Zn diffusion. Central pn junction contributes to detection. The pn junction 151 and 152 of an edge prevents transit of the aforementioned excessive carrier. On central p mold field 145, the p electrode 149 of 60-micrometer diameter is formed. Since incidence is not carried out from a front face, p electrode is not a ring-like. There is no opening. It is the shape of a small (60 micrometers) circle. p mold field 145 the very thing is also narrow. Therefore, the electrostatic capacity of pn junction becomes small.

[0044] The ring-like n electrode 153 is formed in the rear face of the n-InP substrate 141. Although the area of this is large, it does not interfere. Although a central opening is 200micrometerphi, light enters here. Opening is covered with an antireflection film 154.

[0045] Since it is a rear-face incoming radiational type, incidence is carried out from n mold substrate side. n electrode on the back is a ring-like. A ring-like n electrode is soldered to a pattern 74. Generally p electrode is made as for PD of a rear-face incoming radiational type to disc-like [ instead of the shape of a ring / small ]. On p mold field 75 near the front face, the disc-like (it is not ring-like) p electrode 76 is also in this example. Since a wire can carry out bond to this p electrode, it can make p electrode small. Since p electrode is small, pn junction is also narrowed and can narrow light-receiving area. Electrostatic capacity of pn junction is made small at a sake. For example, it is also possible to set the diameter of light-receiving to 50 micrometers - about 100 micrometers. In that case, the electrostatic capacity of cementation is 0.2pF - 0.8pF. Since electrostatic capacity is small, the high-speed response of this PD can be carried out. Adoption of the rear-face incoming radiational type PD is indispensable for this invention. High-speed optical communication becomes possible by this.

[0046] The amplifier (amplifier) chip 77 is fixed to the side of the rear face of a substrate 70. The input of amplifier 77 is connected with p electrode of PD73 by the wire 78. The photocurrent of PD73 is amplified with the immediately near amplifier 77. Other electrodes of amplifier 77 are connected to the metallizing pattern 79. The input signal of PD is dramatically feeble, and it provides amplifier 77 immediately in near so that it may amplify before a noise enters, since it is easy to receive a noise. If amplified, since the impedance of an output circuit will become low and will become strong in a noise, this is taken out outside. This method is called PIN-AMP. As AMP77, Si-IC as an amplifying circuit and GaAs-IC can be used. Chip sizes are for example, 1mm angle - 2mm angle.

[0047] The 2nd dugout 72 of the 2nd substrate 70 is punched in the location in which the light of an optical fiber is reflected by WDM. The metallizing portion of the same size as PD chip is prepared in the surrounding base of a dugout 72. Although this is for attaching PD, it also becomes the mark of the alignment of PD installation. Although the size of PD chip has the magnitude of 550-micrometer angle like point \*\*, the diameter of the diameter of 50 micrometer - 100 micrometer of light-receiving area is small. Therefore, the 1st dugout 68 and the 2nd dugout 72 can be made for example, into the diameter degree of 200 micrometer. Since the diameter of light-receiving of a photo detector is quite as large as 50 micrometers - 100 micrometers, alignment is easy.

[0048] The superstructure shown in drawing 9 can be called transmitting section. Only the transmitting section is produced and inspected and the excellent article is chosen. A substructure object is a receive section. A receive section also manufactures independently, and inspects and an excellent article is chosen. Since it produces independently and an excellent article is chosen, a stop is higher than the case where what coalesced from the start is made. When the whole is made from the start, even if which component is bad, the whole becomes a rejection and all components and activities become useless. Since this invention combines what was made separately, it can avoid such futility.

[0049] The transmitting section of an excellent article which passed inspection, and a receive section are made to coalesce like drawing 13. Therefore, a mark is attached to the Si bench (the 1st substrate) 51 of erection (transmitting section), and the ceramic bench (the 2nd substrate) 70 of a substructure object (receive section). For example, the through hole is punched in four corners of each substrate, and these can be considered as a mark. The metallized layer 64 of the underside of the 1st substrate 51 is put on the metallized layer 71 of the upper surface of the 2nd substrate 70, and the relative position of substrates 51 and 70 is adjusted so that these marks may agree. It is good to decide on the location where high sensitivity is obtained, carrying out incidence of the light to an optical fiber at this time, and observing the output of PD73. If the optimal location is decided, substrates 51 and 70 will coalesce in the location.

[0050] Thermocompression bonding can perform lamination of a substrate. Thermocompression bonding will also heat an element (PD, LD, amplifier). When saying that he wants to make it coalesce at low temperature

more, it is good to impose an ultrasonic wave in addition to thermocompression bonding. Since partial heating only of the metallizing side is carried out by the ultrasonic wave, it is more joinable at low temperature.

[0051] The condition of being stretched is shown in drawing 14. The metallized layers 64 and 71 between a superstructure and a substructure object coalesce, and this serves as a grand side. LD62 to which comparatively large current flows may serve as a source of release of a noise, and high PD and the high amplifier of an impedance tend to be influenced of a noise. However, since there is a large grand side that it is this structure between LD, PD, and AMP, a noise is intercepted. PD+AMP is electrically isolated with LD according to the grand side. The grand sides 64 and 71 have prevented the cross talk of a transmitting side and a receiving side.

[0052] Thus, the stretched module is further dedicated to a case. Drawing 15 shows the condition of having mounted in the case. Cases are containers, such as a metal and a ceramic. In that case, since there is a building envelope, hermetic sealing of the inert gas is filled up with and carried out. Drawing 15 shows the case of a ceramic case. In the case of metal casing, it is necessary to insulate the extraction portion of a lead pin. Or a resin mold or a plastic package can also be used for low-cost-izing.

[0053] A case 119 consists of a shape top case 121 of a rectangle which has the bottom case 120 of the shape of a closed-end rectangle, and a crown plate in drawing 15. A cave hole 122 is dug by the front face of the top case 121. The bottom case 120 has the 1st step 123 in a front face, and has the 2nd step 124 on a rear face. Two or more dugouts 127 are dug by the 2nd step 124 of the bottom case 120. It is a hole for letting the lead pin 128 pass. The pattern (not shown) corresponding to the patterns 74 and 79 of drawing 11 (b) is formed in the upper surface of the 2nd step 124.

[0054] The 2nd substrate (ceramic bench) 71 of the module of this invention made to coalesce is put on the steps 123 and 124 of the bottom case 120, and it fixes. PD73 and AMP77 are located in the building envelope of the bottom case 120. On the step 59, the monitor PD 129 is attached besides LD62 in this example. This is for detecting and supervising the output of LD62. Although there is no monitor PD in the example of drawing 13 - drawing 14, PD129 is added in this example. In order to carry out the monitor of the laser output, having been known well puts PD into an excess. The electrode patterns 74 and 79 at the bottom which appear in drawing 11 (b) connect with the pattern on a step 124 (not shown), and the amplifier 77 of a receive section and the electrode of PD73 are further connected to the lead pin 128.

[0055] The head of an optical fiber is put into the cave hole 122 of the top case 121, and it fixes to the V groove ahead of the Si bench (the 1st substrate) 51. Association of an optical fiber and a case is based on soldering, resin adhesion, etc. Metallizing of a part of front face of an optical fiber is carried out, and it solders in the hole of a case. Or adhesion immobilization can be carried out by the low resin of moisture permeability.

[0056] The end faces 125 and 126 of the top case 121 are joined on the steps 123 and 124 of the bottom case 120. Inert gas is enclosed with the sealed case. The lead pin 128 is a terminal for giving supply voltage to a receive section (PD73 and amplifier 77) and the transmitting section (LD62, PD129), taking out an input signal, or giving a sending signal. By the sending signal, laser 62 drives and the transmitting light of  $\lambda_1$  (for example, 1.3 micrometers) comes out. This goes into lightguide 54. WDM66 is only penetrated and it goes into the core 57 of an optical fiber 56 from lightguide 54. This spreads to a base station.

[0057]  $\lambda_2$  sent from the station Receiving light (for example, 1.55 micrometers) goes into lightguide 54 from the optical fiber core 57, and is reflected by WDM66. This goes into the rear-face incoming radiational type PD 73 through dugouts 68 and 72. PD73 changes receiving light into a photocurrent. A photocurrent is immediately amplified by amplifier 77. This is taken out outside by one of the lead pins 128. Although the lead pin is arranged in the single tier in the section in this example in the second half of a case, that may not be right and a lead pin may be divided into the section the first portion and the second half. Combination with an electrical circuit can determine such lead pin distribution suitably.

[0058]

[Example] The optical transceiver module of this invention with the following parameters was manufactured. And the property was evaluated.

\*\* Semiconductor laser LD of the transmitting section is MQW-LD (quantum well mold laser) whose luminescence wavelength is 1.3 micrometers. A chip size is 300micrometer(width of face) x300micrometer (length) x100micrometer (thickness). A threshold current  $I_t$  is 7mA. It drove by 155Mbps signals by 50mA of peak currents, and the average fiber output of 1mW (0dBm) was obtained. PD for monitors is pin-PD of a waveguide mold which has an InGaAs euphotic zone with a thickness of 3 micrometers. It is the same size as LD chip (300micrometerx300micrometerx100micrometer).

[0059] \*\* A receive section is the receiving-set of 1.55-micrometer light. To the light of 45-degree incidence, a WDM filter makes 1.3 micrometers penetrate and reflects 1.55 micrometers. Therefore, only 1.55 micrometers arrives at a receive section. PD of a receive section is the rear-face incoming radiational type PD which has the euphotic zone of InGaAs. Therefore, although no less than 1.3 micrometers and no less than 1.55 micrometers can be picked up, since only 1.55 micrometers comes here, 1.55 micrometers is detected. The size of PD is 550micrometer(width of face) x 550micrometer(length) x 100micrometer (thickness). The diameter of light-receiving is 60 micrometers. Electrostatic capacity was 0.3pF to the bias of 2V. It is very small electrostatic capacity.

[0060] \*\* Amplifier (AMP) is GaAs-IC. Feedback resistance used the transimpedance circuit which is 1kohm. \*\* Receiving sensitivity was measured using the above element. Making the error rate or less into ten to nine with the signal speed of 155Mbps(es), receiving sensitivity was -40dBm. It turns out that it is high sensitivity very much.

[0061]

[Effect of the Invention] This invention can do the following outstanding effects so.

\*\* The transmitting section (LD) and a receive section (PD) can completely be manufactured independently, and inspection and a burn-in can be carried out separately, respectively. Each quality assurance can be performed certainly. By the method which unifies LD and PD at once, even if which component is bad, all components and all activities will become useless.

\*\* Since the WDM filter is used, it becomes compact. A WDM filter can use the thing which carried out the laminating of the dielectric (optical) multilayer on the glass substrate, or the thing which carried out the laminating of the optical (dielectric) multilayer on the macromolecule thin film.

\*\* Since it is letting bending and a pinhole pass to the down side, the scattered light from LD cannot go light into PD easily. That is, the cross talk of receiving light transmitting light hardly arises.

\*\* The isolation of the transmitting-side and transmitting-side side which passes a high current (for example, 50-100mA) since the large gland (ground) is prepared between receiving sides, and the PIN-AMP side also treating the minute current below 1microA is carried out electrically. An electric cross talk is hardly produced, either.

\*\* Since PD becomes a rear-face incoming radiational type, it can lower electrostatic capacity.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-218651

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) IntCl.

識別記号

F I

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H 0 1 L 31/0232

H 0 1 L 31/02

C

審査請求 未請求 請求項の枚数 10 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-33989

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月30日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番33号

(72) 発明者 工原 美樹

大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号住

友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 中西 裕美

大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号住

友電気工業株式会社大阪製作所内

(74) 代理人 弁理士 川瀬 茂樹

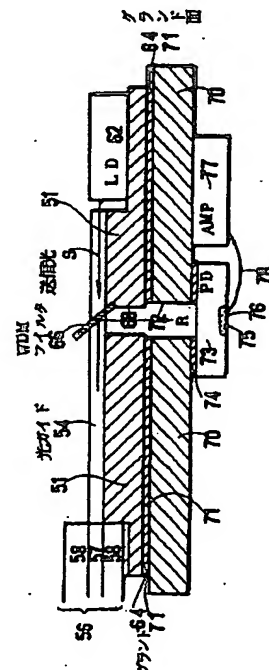
7/2 32711816

(54) 【発明の名称】 光送受信モジュール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 部品点数少なく製造容易で歩留まりが高く安価な光送受信モジュールを与えること。

【解決手段】 第1基板の光ガイド部の途中に傾斜して設けられ一部の光を下方に反射し一部の光を反射するフィルタ66と、光ガイド54の端部に対向するよう第1基板の段部に設けられるLD62と、上面にメタライズ層64を有し第1縦穴68に対応する位置に設けた第2縦穴72を有し前記第1基板の裏面のメタライズ層64に上面メタライズ層が接合された第2基板と、第2基板の縦穴の直下において第2基板底面に取り付けられるPDと、第2基板底面に固定されPDの光電流を増幅する増幅器とよりなり、第1基板70と第2基板51の境目のメタライズ層はグランド电位となり、第1基板の前方のV溝に光ファイバの先端が固定され、光ファイバから出た光はその一部がフィルタによって下方に反射されてPDに入射し、LDからの光は一部がフィルタを透過して光ファイバに入るようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中間部に設けられた光を導く光ガイドと光ガイドの一部に穿たれた第1縦穴と一方の端部に設けられ光ファイバ先端を固定するV溝と反対側の端部にLEDを取り付ける段部と底面にメタライズ層を有する第1基板と、第1基板の光ガイド部の途中に傾斜して設けられ一部の光を下方に反射し一部の光を反射するフィルタと、光ガイドの端部に対向するよう第1基板の段部に設けられるLEDと、上面にメタライズ層を有し第1縦穴に対応する位置に設けた第2縦穴を有し前記第1基板の裏面のメタライズ層に上面メタライズ層が接合された第2基板と、第2基板の縦穴の直下において第2基板底面に取り付けられるPDとよりなり、第1基板と第2基板の境目のメタライズ層はグランド電位となり、第1基板の前方のV溝に光ファイバの先端が固定され、光ファイバから出た光はその一部がフィルタによって下方に反射されてPDに入射し、LEDからの光は一部がフィルタを透過して光ファイバに入るようにしたことを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項2】 光ガイドが直線状の光導波路であって、その中間位置に斜めに設けられるフィルタは、1波長の光を所定の比に反射、透過するフィルタであって、光ファイバからの光の一部がフィルタによって反射されてPDに受光され、LEDからの同一波長の光の一部がフィルタを透過して光ファイバに入るようにしたことを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項3】 光ガイドが直線状の光導波路であって、その中間位置に斜めに設けられるフィルタは、ある波長 $\lambda_1$ をほぼ100%反射し、レーザから放射された別異の波長 $\lambda_2$ を略100%透過する波長選択性あるフィルタである事を特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項4】 光ガイドが石英系の光導波路によって形成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項5】 フィルタが透光性の高分子薄膜上に光学的多層膜を形成してなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項6】 フィルタが透光性のガラス基板上に光学的多層膜を形成してなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項7】 フォトダイオードがSiよりなり、発光素子として半導体レーザがGaAlAs系よりなることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項8】 フォトダイオードがInGaAs若しくはInGaAsPの受光層をもち、半導体レーザがInGaAsP系よりなることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項9】 フォトダイオードが裏面入射型のフォト

ダイオードである事を特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の光送受信モジュール。

【請求項10】 フォトダイオードの近傍に増幅器を配置した事を特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の光送受信モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は光ファイバに2つ以上の異なる波長の光信号を一方向或いは双方向に通し、基地局と加入者との間で情報を伝送する光双方向通信において、受光素子と発光素子を一体化した光送受信モジュールに関する。

【0002】【光双方向通信の説明】近年、光ファイバの伝送損失が低下し、半導体レーザ（以下LEDと略す）や半導体受光素子（以下PDと略す）の特性が向上してきた。このため光を用いたさまざまな情報の伝送が可能になってきた。光を用いる通信であるので、これら技術を光通信と呼ぶ。伝送されるべき情報の形態としては、電話、ファクシミリ、テレビ画像信号などがある。特に、波長が1.3 $\mu$ m帯の光や、1.55 $\mu$ m帯の光などの長波長の光を用いた通信の試みが盛んに行われている。

【0003】最近では、1本の光ファイバを用いて信号を双方向に送り、同時に信号を送受信できるシステムが検討されている。信号を双方向に送るので双方向通信と呼ぶ。この方式の利点は、ファイバが1本で済むということである。図1はこのような双方向通信の内、異なる波長の光を用いる波長多重双方向通信の原理図である。一つの局と、複数の加入者が光ファイバによって結合されている。ここでは加入者は一つだけ図示している。実際には数多くの分岐点があり、局からの光ファイバは、途中で多数の光ファイバに分岐して加入者の装置に至っている。

【0004】局側は、電話やTVの信号をデジタル或いはアナログ信号として増幅し、この信号によって半導体レーザLED1を駆動する。この信号は波長 $\lambda_1$ の信号となって、光ファイバ1に入る。これが分波器2によって中間の光ファイバ3に導かれる。さらに加入者側の分波器4によって光ファイバ5に入り、受光素子PD2によって受信される。受光素子によって光電変換され、電気信号P3となる。電気信号P3は加入者側の装置によって増幅され信号処理されて、電話の音声或いはテレビ画像として再生される。このように基地局から加入者側に向かう信号を下り信号といい、この方向の情報の流れを下り系という。

【0005】一方加入者側は、電話やファクシミリの信号を半導体レーザLED2によって波長 $\lambda_2$ の光信号に変換する。 $\lambda_2$ の光は、光ファイバ6に入射し、分波器4によって中間の光ファイバ3に導かれ、局側の分波器2を通過して、受光素子PD1にはいる。局側の装置は、 $\lambda$



の光信号をPD1によって光電変換し、電気信号とする。この電気信号は、交換機や信号処理回路に送り込まれて適当な処理を受ける。このように局側へ信号を送る方向を上り系という。その信号を上り信号という。

【0006】以上の説明では、 $\lambda_1$  は下り系、 $\lambda_2$  は上り系のみに使われている。しかし実際には、同じ波長の光を下りと上りに使う事がある。時には、2種類の波長の光の何れをも上りと下りの両方に伝搬させる事もある。このような場合、波長の違う二つの光の分離が極めて重要な問題になってくる。

【0007】〔光の分波器の説明〕このように、2つの波長の光を用い、1本の光ファイバによって、双方向通信を行うためには、局側、加入者側のどちらにも光の波長を識別し光路を分離する機能が必要になる。図1に於ける分波器2、4がその機能を果たす。分波器は、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を、結合して1本の光ファイバに導入したり、二つの波長の光から、一方の光のみを選んで一本の光ファイバに取り出したりする作用がある。波長多重双方向通信を行うには分波器が極めて重要な役割を果たす。

【0008】現在提案されている分波器にはいくつかの種類がある。図2～図3によって説明する。図2の例では、分波器は光ファイバまたは光導波路によって作られる。二つの光路8、9が一部分10で近接しており、ここで光エネルギーの交換がなされる。近接部10の間隔Dや距離Lによって、様々の態様の結合を実現できる。ここでは光路8に $\lambda_1$ に光を入射すると、光路11に $\lambda_1$ の光が出てくるようになっている。光路12に $\lambda_2$ の光を入れると光路9に $\lambda_2$ の光が出てくる。これが導波路型の分波器である。

【0009】図3に示すのは多層膜ミラーを使うものである。二等辺三角形柱状のガラスブロック13、14の斜辺面に誘電体多層膜を形成している。誘電体の屈折率と厚みを適当に組み合わせて、 $\lambda_1$ の光は全て透過し、 $\lambda_2$ の光は全て反射するようにしている。これは45°の角度で入射した光を反射させ或いは透過させる機能を有する。この分波器も図1の分波器2、4として利用できる。このような分波器は、分波・合波器とも呼ばれる。WDMということもある。光ファイバやガラスブロックによるものは既に市販されている。

【0010】

〔従来の技術〕加入者側の光送受信モジュールについて図16によって説明する。図16において、局から加入者に向けて敷設された光ファイバ16の終端が光コネクタ17によって、屋内の光ファイバ18に接続される。加入者の屋内にあるONUモジュールには、光ファイバWDM21（分波器）が設けられる。光ファイバ18と光ファイバ19がWDM21の内部で波長選択的に結合されている。光ファイバ18には光コネクタ22によってLDモジュール25を繋ぐ。光ファイバ19には光コ

ネクタ23を介してPDモジュール27を接続する。

【0011】LD25、光ファイバ24は上り系をなす。1.3 $\mu$ m帯光が加入者側の信号を局へと伝送する。光ファイバ26、PDモジュール27は下り系である。局からの1.5 $\mu$ m帯信号を受けて、PDモジュールによって光電変換する。送信装置であるLD25は電話やファクシミリを信号を増幅し、変調する回路や、電気信号を光信号に変換する半導体レーザなどを含む。受信装置であるPDモジュール27は、局から送られたTV信号、電話などの光信号を光電変換するフォトダイオードと増幅回路、復調回路などを含む。

【0012】波長分波器（WDMモジュール）21は、1.5 $\mu$ m帯光と、1.3 $\mu$ m帯光を分離する作用がある。この例では、1.3 $\mu$ m帯光を上り系の信号とし、1.5 $\mu$ m帯光を下り系の信号として使っている。本発明は、二つの異なる波長の光信号を用いて双方向通信をする場合における光送受信モジュールの改良に関する。光送受信モジュールというのは発光素子、受光素子、これらの周辺電気回路などを含めたものである。これらの要素についての従来技術を説明する。

【0013】〔従来例に係る半導体発光素子（LDモジュール）の説明〕図4によって従来例に係る半導体発光素子（LDモジュール）28を説明する。半導体レーザチップ（LD）29と、モニタ用のフォトダイオードチップ30を含むモジュールである。LDチップ29はヘッダ32の隆起部（ボール）31の前側面に固定される。LDチップの表面に平行の光を発生するからである。ヘッダ32の底面にはLDの背面発光が入射する位置に、PDチップ30が固定される。ヘッダ32の下面には適数のリードピン33がある。ヘッダ32の素子取り付け面は、キャップ34によって覆われる。

【0014】キャップ34の中央部には窓35が開口している半導体レーザ（LD）の光はチップから上下方向に出る。窓35の直上にはレンズ37がある。これはレンズホルダー36によって支持される。レンズホルダー36のさらに上には、ハウジング38があつて、これの上頂部にはフェルール39が固定される。フェルール39は光ファイバ40の先端を保持する。フェルールと光ファイバの端部は斜めに研磨されている。反射戻り光がLD29に入るのを防ぐためである。

【0015】半導体レーザ（LD）29の光を、光ファイバ40の他端において監視しながら、ホルダー36をヘッダ32に対して位置決めし、さらにハウジング38をレンズホルダー36に対して位置決めする。半導体レーザ29、フォトダイオード30の各電極はワイヤによってリードピン33のいずれかに接続される。

【0016】半導体レーザから出た光はレンズによって絞られ、光ファイバの端部に入射する。半導体レーザは信号によって変調されているから、この光は信号を伝送する事になる。半導体レーザの出力は反対側にあるモニ



タ用フォトダイオード 30 によってモニタされる。1.  $3\mu\text{m}$  ~ 1.  $5\mu\text{m}$  帯の発振波長は半導体層の材料によって決まる。

【0017】〔従来例にかかる半導体受光素子モジュールの説明〕図 5 によって従来例にかかる PD モジュール 05 を説明する。受光素子チップ 41 がヘッダ 42 の上面にダイボンドされる。ヘッダ 42 の下面にはリードピン 43 が設けられる。ヘッダ 42 の上面はキャップ 44 によって覆われる。キャップ 44 の中央には光を通すための開口部 45 がある。キャップの外側にはさらに円筒形のホルダー 46 が固定される。これはレンズ 47 を保持するためのものである。

【0018】レンズホルダー 46 のさらに上には、円錐形のハウジング 48 が固定される。光ファイバ 50 の先端をフェルール 49 によって固定する。フェルール 49 はハウジングによって保持される。フェルール、光ファイバの先端は斜め研磨してある。

【0019】受光素子の場合も、光ファイバに光を通し、PD チップ 41 の出力を監視しながら、ホルダー 46 の位置と、ハウジング 48 の位置、フェルールの位置を決める。受光素子の半導体層によって、受光可能な波長範囲が決まる。可視光の場合は Si の PD を用いる事ができる。近赤外光を用いる送受信モジュールを対象にする場合は、Si の PD は不適当である。近赤外光を受受するために InP を基板とする化合物半導体の受光素子を用いる必要がある（受光層は InGaAs または InGaAsP）。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】光双方向通信の加入者の最も多くは一般の家庭である。だから今ある電話の数だけは市場があるはずである。しかし普通のメタル線による電話と同じくらいに安価にしないと一般家庭は購入しにくい。モジュールを低価格にする必要がある。ところが図 3 の従来の個別のモジュール（LD モジュール、PD モジュール、WDM モジュール）の組み合わせでは、個別モジュール価格の合算価格に成り高価になってしまう。このようなモジュールの高価であることが光加入者系の進展を妨げている。一般消費者が購入しようとする気になるような安価な機器を用意しなければならない。

【0021】そこで少しでも部品点数を減らす、よりコンパクトにする、より低コストにするという試みが幾つか提案され公表されている。図 6、図 7、図 8 に新しく提案されているモジュールの幾つかを示す。いずれも新規な利点がある。が本発明者から見ればなお不十分であってそれぞれに欠点がある。

【0022】〔A. 横反射 WDM 型（図 6）〕小楠正大、富岡多寿子、大島茂、「レセプタクル形双方向波長多重光モジュール」、1996 年電子情報通信学会エレクトロニクスサイエティ大会、C-208, p 208

（1996）はミラー形 WDM 素子を提案している。図 6 にミラー型の WDM を使ったモジュールを示す。矩形のハウジング 80 の中央に、WDM フィルタ 81 を対角線方向に 45 度傾けてセットしている。ハウジング 80 の 2 側面に LD 83 と PD 85 を設置している。WDM 81 と LD 83 の間にはレンズ 82 を設置している。WDM 81 と PD 85 の間にはレンズ 84 を設けている。LD 83 と WDM 81 の中心を結ぶ直線上に光ファイバ 86、レンズ 87 を設けている。LD からの送信光  $\lambda_1$  は WDM を透過して光ファイバに入射する。光ファイバからの他者からの信号光  $\lambda_2$  は WDM で横方向に反射されて PD 85 に入る。波長によって透過、反射の性能が違うので 2 つの異なる波長が分離される。しかしこれは図 3 のものと大差ない。LD、PD の形態、集光レンズなどの配置、WDM を使う等、従来のものの延長上にある。コスト低減も不十分である。大した改良ではない。もっと部品点数を減少させる必要がある。

【0023】〔B. Y 分岐導波路型〕N. Uchida, H. Yamada, Y. Hibino, Y. Suzuki, T. Kurosaki, N. Ishihara, M. Nakamura, T. Hashimoto, Y. Akahori, Y. Inoue, K. Moriwaki, K. Kato, Y. Tohmori, M. Wada, and T. Sugie, "LOW-COST AND HIGH-PERFORMANCE HYBRID WDM MODULE INTEGRATED ON A PLC PLATFORM FOR FIBER-TO-THE-HOME", 22nd European Conference on Optical Communication- ECOC'96, OSLO, TuC. 3.1, P2.107 (1996) は分岐導波路型の WDM 素子を提案している。図 7 は、WDM を埋め込んだ石英系の光導波路を利用した送受信モジュールである。基板 88 の上に分岐する石英導波路 89、90、91、92、93 を形成したものである。Y 型分岐する導波路 90、91 は統一された導波路 89 となり、さらもう一方の Y 分岐導波路 92、93 につながっている。Y 分岐の分岐点に WDM フィルタ 102 が設置してある。Y 分岐 89 の先端の分岐導波路 90 の先に PD 99 を設ける。分岐導波路 91 の先端に LD 98 を設ける。基板面には電極パターン 96、97 が形成される。その上に PD 99、LD 98 を半田付けしている。LD 98 の端面 100 から 1.  $3\mu\text{m}$  が出て行き、WDM フィルタ 102 を透過して導波路 93 から自由空間光 95 として出射される。基地局からの 1.  $3\mu\text{m}$  信号は導波路 93 から WDM 102 を通過して導波路 90 に行き PD 99 の端面 101 に入る。これは端面入射型の PD である。WDM フィルタは 1.  $55\mu\text{m}$  を反射し 1.  $3\mu\text{m}$  を透過するものである。

【0024】これはレンズがなく構造が少し単純化される。信号光は行き帰りも 1.  $3\mu\text{m}$  であって、WDM フィルタが単に光（1.  $55\mu\text{m}$ ）を外に戻すために使用されている。従って今この発明で考えている用途（2 波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  利用）には使用できない。この方式は光導波路面内で光の進行方向を変えるものである。当然分岐による  $1/2$  の損失以外に導波路による損失がある。ま

た微細な光導波路を基板上に形成しなければならず製作が極めて難しい。

【0025】〔C. 上方反射型(図8)〕宇野智昭、西川透、光田昌弘、東門元二、松井康「表面実装型のLD/PD集積化モジュール」1997年電子情報通信学会エレクトロニクスソサエティ大会、C-3-89、p198(1997)、及び東門元二、宇野智昭、竹中直樹、西川透、浅野弘明、松井康「ファイバ埋込光回路を用いたPDモジュールの受光特性」1997年電子情報通信学会総合大会、C-3-59、p244は、上方に光を反射するWDM素子を提案している。図8は受信光を上方に反射するようにした光送受信モジュールである。Si基板105の上に縦長のV溝108が穿たれこの上に光ファイバ104が固定される。基板105の終端部に段差106があってLD107が固定される。LD107の1.3 $\mu$ m光が光ファイバに入り送信される。基板105と光ファイバを共通に45度の角度で切断した切り込み110がありここにWDMフィルタ111が挿入固定される。その斜め上部に受光面が下向きになるようにPD109が取り付けられている。

【0026】光ファイバ104を伝搬して来た1.55 $\mu$ m光はWDMフィルタ111によって斜め上方に反射される。これがPD109によって受光される。WDMは図6や図7のものと同じように1.3 $\mu$ mを通し1.55 $\mu$ mを反射するようになっている。斜め上のPDに1.55 $\mu$ mを反射するためWDMは斜め上向きに傾いて取り付けられている。レンズはなく光導波路もなく構造は単純である。しかしこれはLDがファイバの後ろにくっついたビッグテイルタイプとなる。結局図3のものと余り変わらない。

【0027】いずれにしても近年提案されている光送受信モジュールは材料費、組立費などが嵩み、大型であって構造がなお単純ではない。いずれも現状の技術の単なる延長にすぎない。未だ欠陥多く実用に供するには至らない。現状モジュールの単なる寄せ集め、単なる結合でなく、より少ない部品点数で、より小型の光送受信モジュールを提供することが本発明の第1の目的である。材料費も組立費も安価にできる光送受信モジュールを提供することが本発明の第2の目的である。より具体的に言えば、図6のものよりもコンパクトで、図7のものよりも作り易く、図8よりも低価格で歩留りの良い光送受信モジュールを提供するものである。

【0028】

【課題を解決するための手段】本発明の光送受信モジュールは 中間部に設けられた光を導く光ガイドと光ガイドの一部に穿たれた第1縦穴と一方の端部に設けられ光ファイバ先端を固定するV溝と反対側の端部にLDを取り付ける段部と底面にメタライズ層を有する第1基板と、第1基板の光ガイド部の途中に傾斜して設けられ一部の光を下方に反射し一部の光を反射するフィルタと、

光ガイドの端部に対向するよう第1基板の段部に設けられるLDと、上面にメタライズ層を有し第1縦穴に対応する位置に設けた第2縦穴を有し前記第1基板の裏面のメタライズ層に上面メタライズ層が接合された第2基板と、第2基板の縦穴の直下において第2基板底面に取り付けられるPDと、第2基板底面に固定されPDの光電流を増幅する増幅器とよりなり、第1基板と第2基板の境目のメタライズ層はグランド電位となり、第1基板の前方のV溝に光ファイバの先端が固定され、光ファイバから出た光はその一部がフィルタによって下方に反射されてPDに入射し、LDからの光は一部がフィルタを透過して光ファイバに入るようにしている。

【0029】

【発明の実施の形態】従来例として紹介した物はいずれも光の一部を側方に曲げたり上方に曲げたりしている。これら従来例に比較して本発明は全く発想を異にする。光を側方や上方に反射するのではなく、本発明は光を下方へ反射する。これが一つの特徴である。本発明は、光送受信モジュールを、送信部と受信部を上下に分離し、別々のモジュールを作っておき検査して良品を選び結合して送受信モジュールとする。別々に製作できるので歩留まりが上昇する。上下に送信部と受信部を分離するので、光を下方に反射する必要がある。そのためにフィルタを下向きに傾けて取り付けるのである。

【0030】フィルタと言っても2種類の場合がある。ひとつは、単一の波長の光 $\lambda_1$ だけを用いる場合である。その場合は送信光が $\lambda_1$ 、受信光が $\lambda_1$ である。送信のタイミングと受信のタイミングが異なるようにする。これはビンボン伝送と呼ばれる。この場合はフィルタは、送信光、受信光ともに一部反射し、一部透過する。

【0031】もう一つのフィルタは、波長選択性のあるフィルタである。 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の2種類の光を用い、 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ を、送信、受信に振り分けて利用する場合、これらを完全に分離する必要がある。そのためのフィルタはWDMフィルタという。この発明では、受信光はWDMフィルタで下方に反射され、送信光はWDMフィルタを透過するようになっている。

【0032】さらに本発明のもう一つの特徴は、基板上に光ガイドを設けその中間点にWDMフィルタを挿入した点にある。単純な直線状光ガイドである。またWDMによって波長の異なる光を分離する。ある波長 $\lambda_1$ は直進し、他の波長 $\lambda_2$ は下方に反射される。反射された下方にPDを設けてこれを受信する。

【0033】本発明は、光ガイドを作るが、これは直線状で製作容易である。光ガイドを作るが、図7のような表面導波路(PLC)によるWDMカブラや、フィルタの形成を行わない。いわゆるPLCなるものは平面導波路による光回路(Planar Lightwave Circuit)を意味する。図7の導波路タイプの主

要部はこのPLCできている。その製作の難しさは先述の通りである。本発明は光導波路を使わない。本発明は単純な直線の光ガイドを用いる。もちろんシングルモードの光ガイドであるが直線であって曲線部や分岐はない。だから本発明のモジュールの光ガイドは高歩留まりで安価に製作できる。

【0034】図10に本発明で用いる光ガイドの断面図を示す。ガイドの延長方向をx軸にとるとこれはyz断面図である。Si基板(Siベンチ)51の上にSiO<sub>2</sub>のバッファ層52がありその上にSiO<sub>2</sub>層がある。SiO<sub>2</sub>層51の中央部にGe添加高屈折率SiO<sub>2</sub>層54がある。これを囲む部分のSiO<sub>2</sub>は低屈折率のクラッド層53である。コアの部分54はGeのために僅かに屈折率が高くて光を導く作用がある。この光ガイドは直線であって曲がりや分岐は存在しない。

【0035】光ガイドの製作方法を説明する。Si基板51(例えば15mm×20mm×1mm)の上に、低屈折率のSiO<sub>2</sub>バッファ層52を火炎堆積法或いはスパッタリング法によって形成する。さらにその上に厚み例えば50μmのGe含有の高屈折率のSiO<sub>2</sub>層を全面に形成する。ついでストライプパターンを持つマスクを用いフォトリソグラフィによってGe含有SiO<sub>2</sub>層を、中央部を一部残して両側を除去する。これによって高屈折率部54がバッファ層52の上に残る。これは断面が例えば8μm×8μmである。ついで火炎堆積法或いはスパッタリング法によって低屈折率のクラッド層53を形成する。クラッド層によって高屈折率部54が囲まれる。高屈折率部54はクラッド層53より屈折率が約0.3%高い。これがコアにあたり光を導く光ガイド54となる。以後この直線状の高屈折率部54を光ガイド54と呼ぶ。

【0036】本発明のモジュールは上部構造物と下部構造物からなり両者を張り合わせたものである。図9に上部構造物を、図11に下部構造物を示す。図10の光ガイドは上部構造物に設けられる。

【0037】図9によって上部構造物を説明する。図9(a)は上部構造物の平面図、(b)は中央縦断面図である。平坦なSiの第1基板51の表面上に長手方向(x軸方向)に上述の直線状光ガイド54がGeをドーピングすることによって形成されている。x方向の一方の端面には段55があり、この中央にV溝67がx方向に切っ  
てある。V溝の底辺は光ガイド54に合致するように形成してある。シングルモードファイバ56の先をV溝67に入れて位置決めする。その位置で光ファイバ端面を段の端面に接着する。シングルモードファイバ56は、中心のコア57とこれを包囲するクラッド58からなる。コア径は10μm程度である。V溝67、段差55を適当な形状寸法にして光ガイド54とコア57がx方向に合致するようにしてある。第1基板51の裏面全体にはメタライズ面64が形成される。これは例えば金

層である。これはグランド面にもなる層である。

【0038】第1基板51の光ファイバが取り付けられている側と反対側には段差59がある。段差59の上面に電極パターン60、61が形成される。一方の電極パターン60の上にLDチップ62がボンドされている。電極パターンには例えばAuGeのような半田を使ってLDを取り付けることができる。LDチップ62の上面の電極はワイヤ63によって他方の電極パターン61に接続される。LDチップ62は例えばInGaAsP系の1.3μm発光レーザとする。チップの寸法は例えば300μm×300μm×100μmである。

【0039】光ガイド54の中間点には斜め下方向きの斜め溝65が穿たれる。斜め溝65はyz面に対して-x方向に45度傾斜した方向に穿たれている。斜め溝65にはWDMフィルタ66が斜めに挿入固定される。斜め溝65とは別にその下方に第1縦穴68が穿たれる。WDMは誘電体多層膜であって30μm程度の厚みをもち、1.3μmは通し、1.55μmは反射する。

【0040】後方のLD62から出た送信光S(例えば1.3μm)は、光ガイド54の先端に入り、WDMフィルタ66を通り、-x方向に光ガイド54を通り抜けて光ファイバ56のコア57に入射する。光ファイバを伝搬してきた受信光R(例えば1.55μm)は光ガイド54に入り+x方向に進み、WDMフィルタ66によって反射されて縦穴68を通り下方へ進む。後に述べるように、ここには受光素子が設けられこれによって受光される。つまり受信光はWDMによって側方でもなく上方でもなく下方に曲げられる。

【0041】図11によって下部構造物を説明する。平坦な矩形状絶縁体の第2基板70の上には一様にメタライズ層71が形成される。これは接合面ともなりグランド面ともなる。金などによるメタライズである。第2基板70は例えばセラミックとする。中央部には先述の縦穴68に対応する位置に第2縦穴72が穿たれている。第2基板70の下面にはメタライズ電極パターン74、79が形成される。電極パターン74は第2縦穴72の周りにある。ここに裏面入射型のPD73が裏面を上にして半田付けされる。このPD73は例えば550μm角×100μm厚の寸法をもつ。裏面入射型PDというのはn型基板側から光が入射しバッファ層を通りp領域近くの受光層に至るようにした受光素子である。

【0042】受光素子は受光層と窓層の材料によって受光波長範囲が決まる。例えば1.55μmや1.3μm帯を受光するにはInGaAsを受光層とするPDを用いる。1.3μmだけを受光するという場合はInGaAsPを受光層とするPDを用いることができる。何れも基板はInP結晶である。図12によって裏面入射PDの一例を述べる。n-InP基板141の上に、n-InPバッファ層142、n-InGaAs受光層143、n-InP窓層144をエピタキシャル成長させた

エピタキシャルウェファを用いる。これにマスクを用いて上面にZnを拡散してp型領域145、146、147を作る。中央のp型領域145が受光部となる。側方のp型領域146、147は、この部分に光が入って電子正孔対ができて電極に流れ込まず光電流にならないようにして信号遅れをなくするためのものである。

【0043】Zn拡散のために、pn接合150、151、152が生ずる。中央のpn接合が検出に寄与する。端のpn接合151、152は前記の余分なキャリアの走行を防ぐものである。中央のp型領域145の上には60 $\mu$ m直径のp電極149が形成される。表面から入射しないのでp電極はリング状でない。開口がない。小さい(60 $\mu$ m)円状になっている。p型領域145自体も狭い。そのためpn接合の静電容量が小さくなる。

【0044】n-InP基板141の裏面にリング状のn電極153が形成される。これの面積は大きいと差し支えない。中央の開口は200 $\mu$ m $\Phi$ であるが、ここに光が入る。開口部は反射防止膜154によって被覆される。

【0045】裏面入射型であるからn型基板側から入射する。裏面のn電極がリング状である。リング状n電極がパターン74に半田付けされる。一般に裏面入射型のPDはp電極をリング状でなく小さい円板状にできる。この実施例でも表面近くのp型領域75の上には円板状(リング状でない)p電極76がある。ワイヤはこのp電極にボンドできるのでp電極を小さくする事ができる。p電極が小さいのでpn接合も狭くし受光面積を狭くできる。ためにpn接合の静電容量が小さくできる。たとえば受光径を50 $\mu$ m $\sim$ 100 $\mu$ m程度にすることも可能である。その場合接合の静電容量は0.2pF $\sim$ 0.8pFである。静電容量が小さいのでこのPDは高速応答することができる。本発明にとって裏面入射型PDの採用は必須である。これによって高速の光通信が可能になる。

【0046】基板70の裏面の側方には増幅器(アンプ)チップ77が固定される。PD73のp電極とアンプ77の入力がワイヤ78によって接続される。PD73の光電流がすぐ近くのアンプ77によって増幅される。アンプ77の他の電極はメタライズパターン79に接続される。PDの受信信号は非常に微弱でありノイズを受け易いのでノイズが入る前に増幅するように増幅器77をすぐ近傍に設けている。増幅されると出力回路のインピーダンスが低くなりノイズに強くなるからこれを外部に取り出すようにする。この方式はPIN-AMPと呼ばれる。AMP77としては、増幅回路としてのSi-ICや、GaAs-ICを用いることができる。チップサイズは例えば1mm角 $\sim$ 2mm角である。

【0047】第2基板70の第2縦穴72は、光ファイバの光がWDMによって反射される位置に穿孔してあ

る。縦穴72の周りの底面にはPDチップと同じ寸法のメタライズ部分を設けておく。これはPDを取り付けるためであるがPD取り付けの位置合わせの目印にもなる。PDチップの寸法は先述のように例えば550 $\mu$ m角の大きさがあるが受光面積は50 $\mu$ m径 $\sim$ 100 $\mu$ m径の小さなものである。だから第1縦穴68、第2縦穴72は例えば200 $\mu$ m径程度にすることができる。受光素子の受光径は50 $\mu$ m $\sim$ 100 $\mu$ mとかなり広いので位置合わせは簡単である。

【0048】図9に示す上部構造物は送信部ということができる。送信部のみを作製し検査して良品を選んでおく。下部構造物は受信部である。受信部も独立に製作して検査し良品を選ぶ。独立に製作して良品を選ぶので初めから合体したものを作る場合よりも留まりが高い。初めから全体を作るとどの部品が悪くても全体が不合格になり全ての部品と作業が無駄になる。本発明は別個に作ったものを結合するのでそのような無駄を避けることができる。

【0049】検査を合格した良品の送信部、受信部を図13のように合体させる。そのため上部構造物(送信部)のSiベンチ(第1基板)51と、下部構造物(受信部)のセラミックベンチ(第2基板)70にマークを付ける。たとえばそれぞれの基板の4隅にスルーホールを穿孔しておきこれらをマークとすることができる。第2基板70の上面のメタライズ層71に第1基板51の下面のメタライズ層64を重ね、これらのマークが合致するように基板51、70の相対位置を調整する。このとき光ファイバに光を入射させPD73の出力を観察しながら高感度が得られる位置に決めると良い。最適位置が決まるとその位置で基板51、70が合体される。

【0050】基板の張り合わせは熱圧着によって行うことができる。熱圧着は素子(PD、LD、アンプ)をも加熱してしまう。もっと低温で合体させたいという場合は、熱圧着に加えて超音波を掛けるとよい。超音波によってメタライズ面だけ局所加熱されるのでより低温で接合できる。

【0051】張り合わされた状態を図14に示す。上部構造物と下部構造物の間にあるメタライズ層64、71が合体しこれがグランド面となる。比較的大きい電流が流れるLD62はノイズの発生源となる可能性があり、インピーダンスの高いPDやアンプはノイズの影響を受け易いものである。しかしこの構造であると、LDと、PD、AMPの間は広いグランド面があるのでノイズが遮断される。グランド面によってLDと、PD+AMPを電気的に隔離しているのである。グランド面64、71が送信側と受信側のクロストークを防いでいる。

【0052】このように張り合わされたモジュールをさらにケースに納める。図15はケースに実装した状態を示す。ケースは金属、セラミックなどの容器である。その場合は内部空間があるので不活性ガスを充填してハー

メチックシールする。図15はセラミックケースの場合を示す。金属ケースの場合はリードピンの取りだし部分を絶縁する必要がある。或いは低コスト化のために、樹脂モールド、あるいはプラスチックパッケージなどを用いることもできる。

【0053】図15において、ケース119は有底矩形状の下ケース120と、天井板を有する矩形状の上ケース121とよりなる。上ケース121の前面には横穴122が穿たれる。下ケース120は前面に第1段部123を、後面に第2段部124を有する。下ケース120の第2段部124には縦穴127が複数個穿たれる。リードピン128を通すための穴である。第2段部124の上面には、図11(b)のパターン74、79に対応するパターン(図示しない)が形成されている。

【0054】合体させた本発明のモジュールの第2基板(セラミックベンチ)71を下ケース120の段部123、124に載せて固定する。PD73やAMP77は下ケース120の内部空間に位置する。段部59の上にはこの例ではLD62の他にモニタPD129も取り付けられている。これはLD62の出力を検出し監視するためのものである。図13~図14の例ではモニタPDがないが、この例ではPD129を追加している。レーザ出力をモニターするためにPDを余分に入れるのは良く知られた事である。受信部の増幅器77やPD73の電極は図11(b)に現れる底面の電極パターン74、79によって段部124上のパターン(図示しない)に接続されさらにリードピン128に接続される。

【0055】光ファイバの先端を上ケース121の横穴122に入れS iベンチ(第1基板)51の前方のV溝に固定する。光ファイバとケースの結合は半田づけ、樹脂接着などによる。光ファイバの表面の一部をメタライズしておきケースの穴で半田付けする。あるいは透湿性の低い樹脂で接着固定できる。

【0056】上ケース121の端面125、126を、下ケース120の段部123、124の上に接合する。密封されたケースには不活性ガスを封入してある。リードピン128は受信部(PD73と増幅器77)と送信部(LD62、PD129)に電源電圧を与えたり受信信号を取り出したり、送信信号を与えたりするための端子である。送信信号によってレーザ62が駆動され、(例えば1.3 $\mu$ m)の送信光がでる。これが光ガイド54に入る。WDM66を単に透過して光ガイド54から光ファイバ56のコア57に入る。これが基地局へと伝搬する。

【0057】局から送られてきた $\lambda_2$ の受信光(例えば1.55 $\mu$ m)は光ファイバコア57から光ガイド54に入り、WDM66で反射される。これが縦穴68、72を通り裏面入射型PD73に入る。PD73は受信光を光電流に変える。光電流はすぐに増幅器77によって増幅される。これがリードピン128のどれかによって

外部に取り出される。この例ではリードピンをケース後半部に一列に並べているが、そうでなくて、前半部と後半部にリードピンを分離しても良い。このようなリードピン分布は、電気回路との組み合わせによって適宜決定することができる。

【0058】

【実施例】以下のようなパラメータを持つ本発明の光送受信モジュールを製作した。そしてその特性を評価した。

10 図送信部の半導体レーザLDは、発光波長が1.3 $\mu$ mのMQW-LD(量子井戸型レーザ)である。チップサイズは300 $\mu$ m(幅) $\times$ 300 $\mu$ m(長さ) $\times$ 100 $\mu$ m(厚み)である。閾値電流 $I_t$ は7mAである。ピーク電流50mAで155Mbps信号で駆動し平均ファイバ出力1mW(0dBm)を得た。モニタ用PDは厚さ3 $\mu$ mのInGaAs受光層を有する導波路型のpin-PDである。LDチップと同じサイズである(300 $\mu$ m $\times$ 300 $\mu$ m $\times$ 100 $\mu$ m)。

20 【0059】図受信部は、1.55 $\mu$ m光の受信装置である。WDMフィルタは45°入射の光に対し、1.3 $\mu$ mを透過させ、1.55 $\mu$ mを反射する。だから受信部には1.55 $\mu$ mのみが到達する。受信部のPDはInGaAsの受光層を有する裏面入射型PDである。だから1.3 $\mu$ mも1.55 $\mu$ mも感受できるが1.55 $\mu$ mしかここへ来ないので1.55 $\mu$ mを検出する。PDの寸法は550 $\mu$ m(幅) $\times$ 550 $\mu$ m(長さ) $\times$ 100 $\mu$ m(厚み)である。受光径は60 $\mu$ mである。静電容量は2Vのバイアスに対して0.3pFであった。極めて小さい静電容量である。

30 【0060】図増幅器(AMP)はGaAs-ICである。フィードバック抵抗が1k $\Omega$ のトランスインピーダンス回路を用いた。

図以上の素子を用いて、受信感度を測定した。155Mbpsの信号速度で、誤り率を10<sup>-9</sup>以下として、受信感度は-40dBmであった。極めて高感度である事が分かる。

【0061】

【発明の効果】本発明は次のような優れた効果を奏する事ができる。

40 図 送信部(LD)と受信部(PD)を全く別々に製作し、それぞれ別個に検査、バーンインをすることができる。それぞれの品質確認が確実にできる。LD、PDを一度に一体化する方式ではどの部品が悪くても全ての部品と全ての作業が無駄になってしまう。

45 図 WDMフィルタを用いているのでコンパクトになる。WDMフィルタはガラス基板上に誘電体(光学的)多層膜を積層したもの、あるいは高分子薄膜上に光学的(誘電体)多層膜を積層したものなどを用いる事ができる。

50 図 光を下側に曲げ、ピンホールを通して、L

Dからの散乱光がPDに入りにくい。つまり受信光送信光のクロストークが殆ど生じない。

■ 送信側と、受信側との間に、広いグラウンド（アース）が設けてあるので大電流（例えば50～100mA）を流す送信側と、1μA以下の微小電流をも扱うPIN-AMP側が電氣的にアイソレーションされる。電氣的なクロストークも殆ど生じない。

■ PDは裏面入射型になるので静電容量を下げる事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】波長多重双方向光通信の概略構成図。

【図2】Y分岐を有する光導波路を利用したWDMの概略構成図。

【図3】誘電体多層膜を利用したWDMの概略構成図。

【図4】従来例にかかるLDモジュールの断面図。

【図5】従来例にかかるPDモジュールの断面図。

【図6】ミラー型WDMフィルタによって送信光と受信光を分離する従来例にかかる光送受信モジュールの断面図。

【図7】二つのY分岐を有する光導波路とWDMフィルタによって不要な光を反射する従来例にかかる光送受信モジュールの斜視図。

【図8】固定された光ファイバの途中に斜め向きにWDMフィルタを設け1.55μmを反射してPDに導くようにした従来例に係る光送受信モジュールの断面図。

【図9】上部構造物と下部構造物よりなる本発明の光送受信モジュールの上部構造物の図。（a）は平面図、（b）は中央断面図である

【図10】本発明の上部構造物の一部をなす光ガイドの縦断面図。

【図11】上部構造物と下部構造物よりなる本発明の光送受信モジュールの下部構造物の図。（a）は中央縦断面図、（b）は底面図である。

【図12】裏面入射型PDの一例を示す断面図。

【図13】本発明の上部構造物と下部構造物を張り合わせて一体とする事を示すための両者の断面図。

【図14】上部構造物と下部構造物を張り合わせた状態の光送受信モジュールの断面図。

【図15】上部構造物と下部構造物を張り合わせたものをケースに収容した状態を示す本発明の光送受信モジュールの完成品の断面図。

【図16】従来例にかかる双方向光通信システムの加入者側の光送受信モジュールの概略構成図。

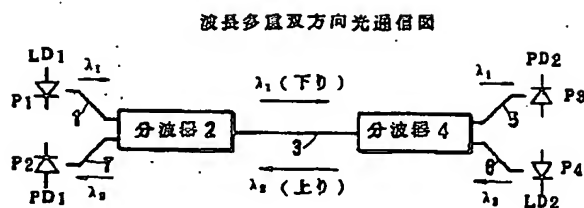
【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 2 分波器
- 3 光ファイバ
- 4 分波器
- 5 光ファイバ
- 6 光ファイバ

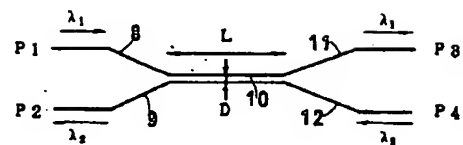
- 7 光ファイバ
- 8 光ファイバ
- 9 光ファイバ
- 10 接近結合部
- 11 光ファイバ
- 12 光ファイバ
- 13 ガラスブロック
- 14 ガラスブロック
- 15 WDM誘電体ミラー
- 16 シングルモードファイバ
- 17 光コネクタ
- 18 光ファイバ
- 19 光ファイバ
- 20 接近結合部
- 21 WDMモジュール
- 22 光コネクタ
- 23 光コネクタ
- 24 光ファイバ
- 25 LDモジュール
- 26 光ファイバ
- 27 PDモジュール
- 28 発光素子モジュール
- 29 LDチップ
- 30 PDチップ
- 31 ボール
- 32 ヘッド
- 33 ピン
- 34 キャップ
- 35 窓
- 36 レンズホルダー
- 37 集光レンズ
- 38 ハウジング
- 39 フェルール
- 40 光ファイバ
- 41 PDチップ
- 42 ヘッド
- 43 ピン
- 44 キャップ
- 45 窓
- 46 レンズホルダー
- 47 集光レンズ
- 48 ハウジング
- 49 フェルール
- 50 光ファイバ
- 51 Siベンチ（Si基板）
- 52 SiO<sub>2</sub> バッファ層
- 53 SiO<sub>2</sub> クラッド層
- 54 光ガイド
- 55 段
- 56 シングルモードファイバ

- |             |                |
|-------------|----------------|
| 57 コア       | 91 光導波路        |
| 58 クラッド     | 92 光導波路        |
| 59 段        | 93 光導波路        |
| 60 電極パターン   | 94 自由空間光       |
| 61 電極パターン   | 05 95 自由空間光    |
| 62 LD63 ワイヤ | 96 電極パターン      |
| 64 メタライズ層   | 97 電極パターン      |
| 65 斜穴       | 98 LD          |
| 66 WDMフィルタ  | 99 PD          |
| 67 V溝       | 10 100 発光点     |
| 68 第1縦穴     | 101 受光点        |
| 69 ファイバ端面   | 102 WDMフィルタ    |
| 70 基板       | 104 光ファイバ      |
| 71 メタライズ層   | 105 Si基板       |
| 72 第2縦穴     | 15 106 段差      |
| 73 PD       | 107 LDチップ      |
| 74 底面電極     | 108 V溝         |
| 75 p型領域     | 109 PD         |
| 76 p電極      | 110 斜め切り欠き     |
| 77 アンプ      | 20 111 WDMフィルタ |
| 78 ワイヤ      | 112 送信光        |
| 79 電極       | 113 受信光        |
| 80ハウジング     | 114 反射光        |
| 81 WDMフィルタ  | 119 ケース        |
| 82 レンズ      | 25 120 下ケース    |
| 83 LD       | 121 上ケース       |
| 84 レンズ      | 122 横穴         |
| 85 PD       | 123 前段部        |
| 86 光ファイバ    | 124 後段部        |
| 87 レンズ      | 30 125 端面      |
| 88 基板       | 126 端面         |
| 89 光導波路     | 127 縦穴         |
| 90 光導波路     | 128 リードピン      |

【図1】

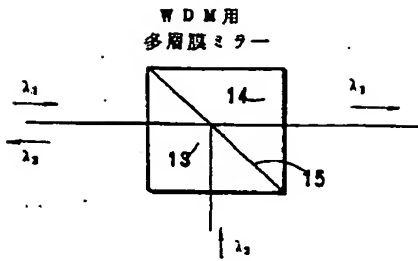


【図2】



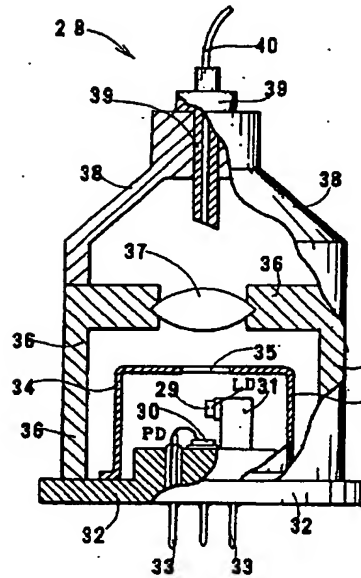


【図3】



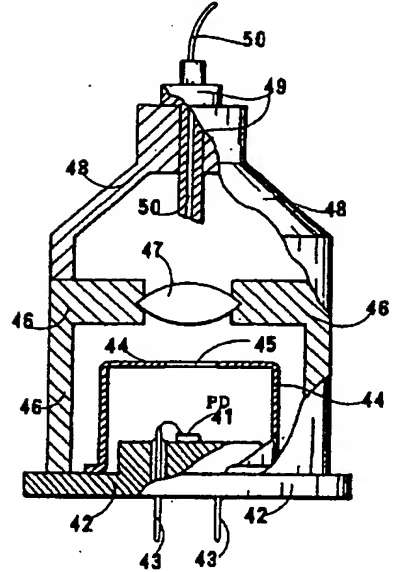
【図4】

従来例に係るLDモジュール



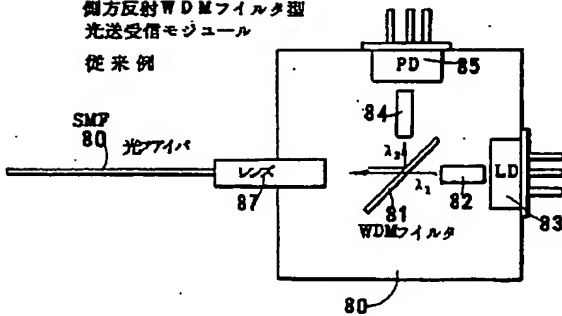
【図5】

従来のPDモジュール



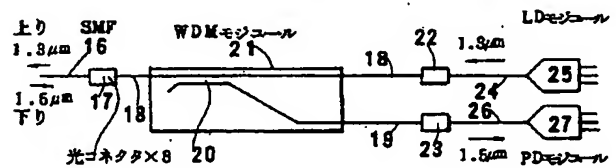
【図6】

側方反射WDMフィルタ型  
光送受信モジュール  
従来例



【図16】

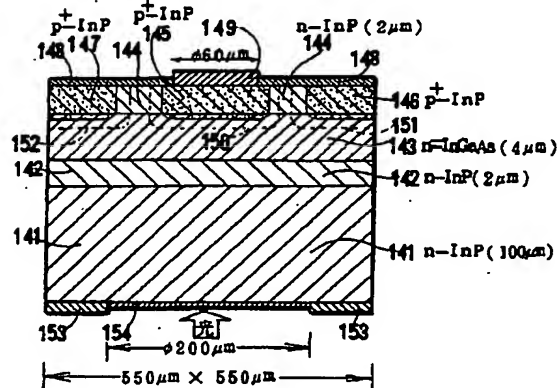
従来の加入者側の光送受信モジュールの構成例



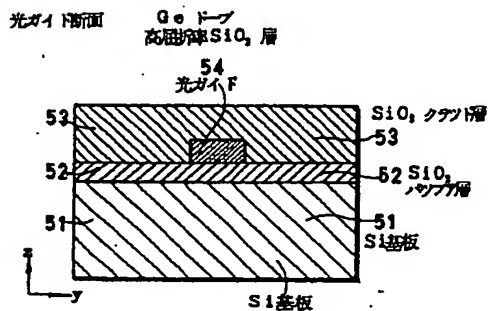
35

【図12】

裏面入射型PD

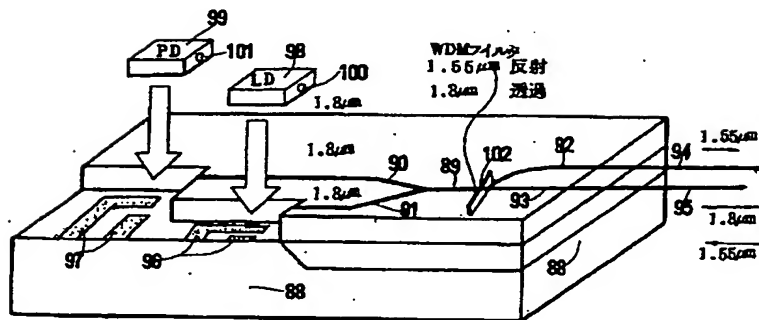


【図10】



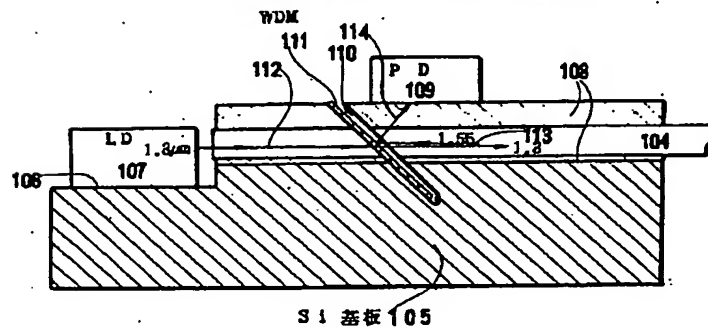
【図 7】

従 来 例  
Y分岐導波路と側方反射WDMを用いた  
光送受信モジュール



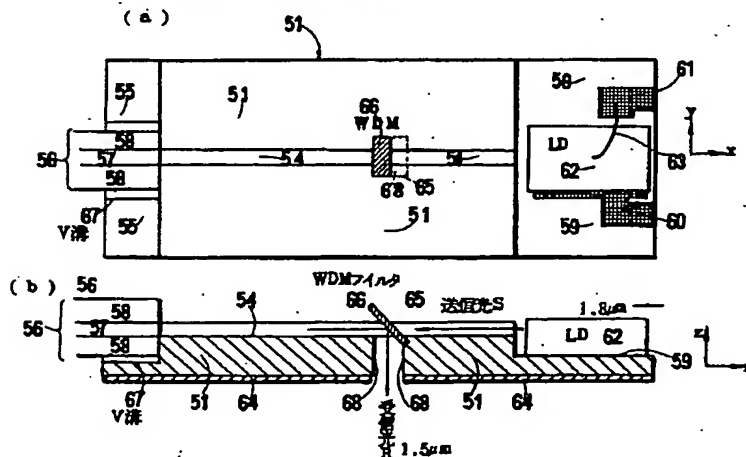
【図 8】

従 来 例  
上方へ1.55μmを反射するWDMを用いた光送受信モジュール



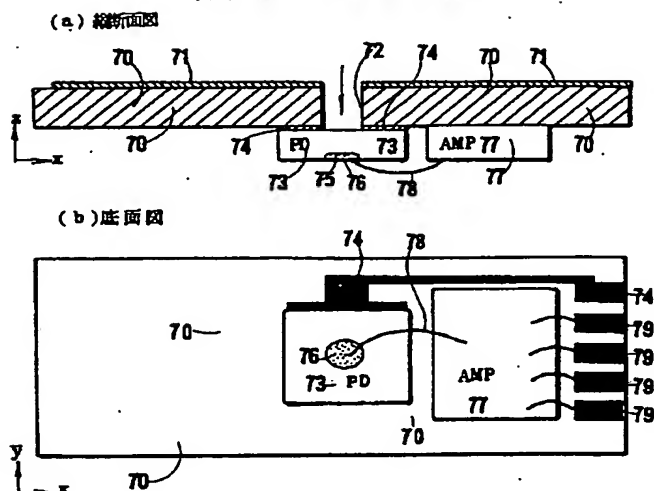
【図 9】

送信部 上部構造物

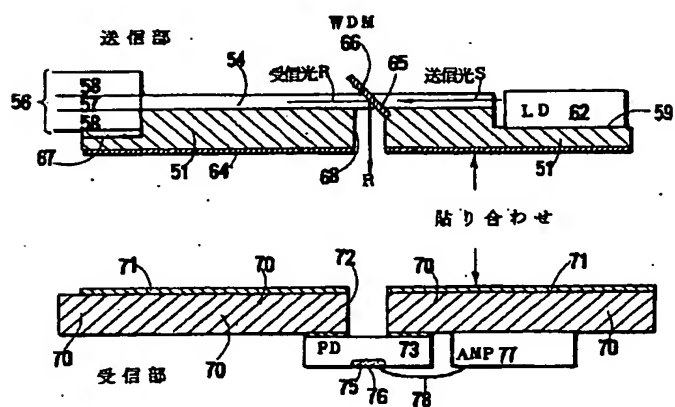


【図 11】

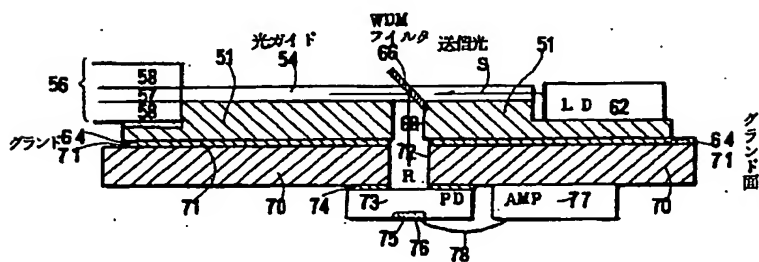
受信部 下部構造物



【図 13】



【図 14】



【図 15】

